第3講 気体

PART1 気体①

目標 ・気体は何かを理解し，気体の状態方程式を使えるようになろう！

Chapter1 気体の考え方

要点

気体の考え方

気体の計算問題では次のように考える。

・分子間の引力は無い

・分子の体積（大きさ）は無い

◆ 分子にはたらく2つの力と気体

どんな分子にでも「分子同士が引き合う力（分子間力）」と「熱運動によって動き回ろうとする力」の２つの相反する力が必ず働いている。

この２つの力の大小関係が

分子同士が引き合う力 ≪ 熱運動によって動き回ろうとする力

となったとき，分子は引力を振り切り自由に運動を始める。これが気体である。

◆ 気体の計算問題における考え方 重要

気体の計算問題では，次のように考える。

・**分子間に引力は無い**

「分子間の引力≪熱運動による力」が成立するため，分子間の引力は無いものと考える。

・**分子の体積（大きさ）は無い**

「気体の体積（気体が入っている容器の体積）≫ 分子の体積」が成立するため，分子の体積（大きさ）は無いものと考える。

まとめ

・気体の計算問題において（　　　　　　　　）と（　　　　　　　　　　）は無いと考える。

Chapter2　気体の基本事項

要点

気体の基本事項

圧力 P：気体分子が壁にぶつかる力（単位面積当たり）

1.013×10^5Pa ＝ 760mmHg ＝ 1 atm

体積 V：気体分子が自由に動き回れる空間の広さ，気体が入っている容器の体積

温度 T：絶対温度（K）＝ セルシウス温度（℃）＋ 273

◆ 気体の圧力 P　重要

気体分子は分子間の引力を振り切って自由に運動し，容器の壁にぶつかる。この「気体分子が壁にぶつかる力（単位面積当たり）」が気体の圧力 P である。

気体の圧力の単位

パスカル（Pa）

高校化学では最も使用される圧力の単位。標準大気圧は 1.013×10^5Pa である。

ミリメートル水銀柱（mmHg）

大気圧下では水銀柱の高さが 760mm になる事実からつくられた圧力の単位。

標準大気圧は 760mmHg である。

気圧（atm）

標準大気圧は 1 atm である。

◆ 気体の体積 V　重要

「気体分子が自由に動き回れる空間の広さ」すなわち「気体が入っている容器の体積」を気体の体積という。単位は「リットル（L）」や「ミリリットル（mL）」を使用する。

◆ 気体の温度 T　重要

気体を考えるときは，セルシウス温度（℃）に 273 を加えた**絶対温度**（K（ケルビン））を使用する。

絶対温度（K）＝ セルシウス温度（℃）＋ 273

まとめ

・気体の標準大気圧は（　　　　　　　　）Pa である。また，気体を考えるときには，温度は（　　　　　　）を用いる。

Chapter3　気体の状態方程式

要点

気体の状態方程式

$PV = nRT$

P：圧力（Pa），V：体積（L），n：物質量（mol），

R：気体定数 8.3×10^3（Pa･L/mol･K），T：温度（K）

◆ 気体の状態方程式　重要

気体の圧力 P を大きくする方法は以下の２つ。

１：温度を上げる

気体分子が壁にぶつかる勢い（熱運動の勢い）を大きくすると，気体の圧力 P は大きくなる。

すなわち気体の圧力 P は温度（K）に比例する。

２：単位体積当たりの物質量 $\left(\frac{n}{V}\right)$ を増やす

単位体積当たりの壁にぶつかる分子数（物質量）を増やすと気体の圧力 P は大きくなる。

すなわち，気体の圧力 P は単位体積当たりの物質量 $\left(\frac{n}{V}\right)$ に比例する。

１，２より，気体の圧力 P は「温度 T（K）」と「単位体積当たりの物質量 $\frac{n}{V}$（mol/L）」に比例することがわかる。

比例定数（以下, 気体定数）を R（Pa･L/mol･K）**とすると, 次のような式が成立する。**

$P = R \cdot T \cdot \frac{n}{V}$　→　$PV = nRT$　これを**気体の状態方程式**という。

◆ 気体の状態方程式の使い方

気体の状態方程式を使って，知りたいものを求められるようになろう。そのとき，代入する数値の単位に気をつけること。

例題

27℃，1.0×10^5Pa のもとで 500mL の気体の物質量は何 mol か？
ただし，気体定数は 8.3×10^3（Pa･L/mol･K）とする。

考え方

気体の状態方程式 $PV = nRT$ に数値を代入すると次のように求めることができる。
このとき，温度 T の単位は K，体積 V の単位は L であることに気をつける。

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{1.0\times10^5\times\dfrac{500}{1000}}{8.3\times10^3\times(27+273)} = 2.0\times10^{-2} \qquad n = \underline{2.0\times10^{-2}\ \text{mol}}$$

まとめ

・圧力を P（Pa），体積を V（L），物質量を n（mol），気体定数を R（Pa･L/mol･K），温度を T（K）とすると，気体の状態方程式は次のように表すことができる。
（　　　　　　　）

Chapter4　演習問題

問　次の各問いに答えよ。ただし，気体定数は 8.3×10^3（Pa･L/mol･K）とする。

(1)　27℃，7.5×10^5Pa のもとで 8.3L の気体の物質量は何 mol か。

(2)　1.5mol の気体を 27℃で 1.2×10^5Pa にすると，体積は何 L になるか。

第３講　PART1　確認問題

問１　(a)気体分子は分子間の引力よりも熱運動による力が十分強く，分子間の引力を振り切って自由に運動し，容器の壁にぶつかる。気体の圧力とは，このようにして気体分子が壁にぶつかる単位面積当たりの力のことをいい，単位としては Pa が最も使用され，(b)標準大気圧は 1.013×10^5Pa である。また，気体を考えるときには，温度はセルシウス温度（℃）に（　ア　）を加えた絶対温度（K）を使用する。

(1)　文中の下線部(a)について，気体の計算問題では「分子間の引力」と，もう１つ無いものとして考える要素があるが，それは何か。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　分子の速さ　　②　分子の体積
③　分子の質量　　④　分子の数

(2)　文中の下線部(b)について，圧力にはミリメートル水銀柱（mmHg）という単位もあるが，この単位で標準大気圧を表すと，何 mmHg になるか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　560mmHg　　②　660mmHg
③　760mmHg　　④　860mmHg

(3)　文中の（　ア　）に当てはまる数として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　137　　②　173
③　237　　④　273

問2　次の問いに答えよ。

(1)　気体の状態方程式として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。ただし，圧力を P（Pa），体積を V（L），物質量を n（mol），気体定数を R（Pa・L/mol・K），温度を T（K）とする。

①　$Pn = VRT$　　②　$PVT = nR$

③　$PV = nRT$　　④　$PnT = VR$

(2)　27℃，8.3×10^5 Pa のもとで 540mL の気体の物質量は何 mol か。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。ただし，気体定数は 8.3×10^3（Pa・L/mol・K）とする。

①　1.8×10^{-1} mol　　②　2.0mol

③　1.8×10^2 mol　　④　2.0×10^2 mol

第３講　気体

PART1　気体①

問　⑴　2.5(mol)

　　⑵　31(L)

PART2　気体②

問　73

PART3　気体③

Chapter3

⑴　0.40(mol)

⑵　7.5×10^4(Pa)

⑶　1.9(L)

⑷　177(℃)

問　1.7(L)

PART4　混合気体

問　全圧：3.0×10^5(Pa)

窒素の分圧：1.2×10^5(Pa)

水素の分圧：1.8×10^5(Pa)

PART5　気体の計算練習

Chapter1

問　窒素の分圧：8.0×10^4(Pa)

酸素の分圧：2.5×10^5(Pa)

Chapter2

問　1 ： 4

Chapter3

問　1.6×10^5(Pa)

PART6　飽和蒸気圧と気体の計算練習

問　0.52(L)

PART7　理想気体と実在気体

問　ア①

イ③

ウ④

エ⑦

※ウとエは順不同

第3講　PART1　確認問題　解答

問 1

⑴　②

解説：

「気体の体積（気体が入っている容器の体積）≫ 分子の体積」が成立するため，気体の計算問題では分子の体積は無いものと考える。

⑵　③

解説：

大気圧下では水銀柱の高さが 760mm になるため，標準大気圧は 760mmHg である。

⑶　④

解説：

絶対温度（K）はセルシウス温度（℃）に 273 を加えたものである。（絶対温度（K）＝セルシウス温度（℃）＋273）

問 2

⑴　③

解説：

気体の圧力 P は温度 T と単位体積当たりの物質量 $\frac{n}{V}$ に比例するので，比例定数（気体定数）を R とすると，$P = R \cdot T \cdot \frac{n}{V}$ が成立する。この式を変形すると，$PV = nRT$ となり，これが気体の状態方程式である。

(2)　①

解説：

体積が mL，温度が℃で与えられているので，体積を L，温度を K に直すことに注意して，気体の状態方程式 $PV = nRT$ に数値を代入すると，

$$8.3 \times 10^5 \times \frac{540}{1000} = n \times 8.3 \times 10^3 \times (27 + 273)$$

となるので，これを解くと $n = 1.8 \times 10^{-1}$mol となる。